Bulletin de la Société entomologique de France, **115** (1), 2010 : 81-90.

Entomofaune chalcidienne de *Ficus sycomorus* L. : répartition et abondance dans différentes zones climatiques du Sénégal (Hymenoptera, Chalcidoidea)

par Khadim KÉBÉ*, Mbacké SEMBÈNE*, Cheikh THIAW** & Jean-Yves RASPLUS***

* Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences et Techniques, BP 5005, Dakar, Sénégal
** CERAAS-ISRA, BP 3320 route de Khombole, Thiès, Sénégal
*** INRA-UMR 1062 CBGP (INRA/IRD/Cirad/Montpellier SupAgro), Campus International de Baillarguet, CS 30016, 34988 Montferrier-sur-Lez, France <rasplus@ensam.inra.fr>

Résumé. – Les Chalcidiens (Hymenoptera, Chalcidoidea) associés à *Ficus sycomorus* L. n'ont jamais fait l'objet d'une étude au Sénégal malgré leur importance. Plusieurs espèces d'Hyménoptères interagissent à l'intérieur des figues de *F. sycomorus* dont *Ceratosolen arabicus* Mayr qui assure sa pollinisation. Cette étude menée dans trois domaines climatiques au Sénégal a permis d'identifier huit espèces de Chalcidiens ; nous avons aussi noté que la fragmentation de l'habitat de *F. sycomorus* influe peu sur la répartition de *C. arabicus*. Cependant, il convient de soulever des inquiétudes concertant l'impact négatif qu'exerce *Sycophaga sycomori* (L.) mais surtout *Apocrypta longitarsus* Mayr sur le pollinisateur de *F. sycomorus* au Sénégal.

Summary. – **Chalcidian entomofauna of *Ficus sycomorus* L.: distribution and abundance in different climatic areas in Senegal (Hymenoptera, Chalcidoidea).** Chalcid Wasps associated with *Ficus sycomorus* L. have never been subject of a study in Senegal despite their importance. Several species of Hymenoptera interact inside the figs of *F. sycomorus* whose *Ceratosolen arabicus* Mayr assures its pollination. This study, led in three climatic domains in Senegal, permited to identify eight species of Chalcid Wasps; we also noticed that fragmentation of the environment of *F. sycomorus* does not strongly influences the distribution of *C. arabicus*. However, it seems that the negative impact of *Sycophaga sycomori* (L.), but especially of *Apocrypta longitarsus* Mayr on the pollinator of *F. sycomorus* in Senegal, may be worrying.

Keywords. – Hymenoptera, Chalcidoidea, *Ficus sycomorus*, *Ceratosolen arabicus*, pollination, Senegal.

Les interactions entre espèces peuvent être très schématiquement séparées en trois catégories : relations antagonistes (prédation, parasitisme) ; relations neutres (amensalisme) ou au moins pour un des deux partenaires (commensalisme) et relations mutualistes, c'est-à-dire à bénéfices réciproques. Dans cette dernière catégorie s'inscrivent notamment les relations plantes-pollinisateurs, au moins dans le cas où le pollinisateur trouve un avantage sélectif à accomplir cette fonction (JOHNSON & STEINER, 1997). Dans un certain nombre d'exemples, la relation plante-pollinisateur est aussi une relation plante-prédateur de graines dans laquelle le nombre de fleurs pollinisées par le partenaire excède la quantité de fleurs lui étant sacrifiées. La frontière séparant mutualisme de parasitisme est alors bien ténue. L'étude de l'évolution et du maintien des relations mutualistes entre deux espèces distinctes, dont les pools génétiques sont indépendants, fait partie des grandes questions de la biologie évolutive.

Les mutualismes correspondent à un échange de bénéfices entre deux espèces partenaires et représentent des ressources attractives pour un réseau complexe de troisième acteur influençant plus ou moins directement ces interactions (BRONSTEIN, 2001 ; SCHATZ & HOSSAERT-MACKEY, 2003).

Parmi ces interactions mutualistes, figure la relation entre *Ficus sycomorus* L. et *Ceratosolen arabicus* Mayr, 1906. Cette relation entre le pollinisateur (Chalcidoidea, Agaonidae) et son hôte (*F. sycomorus*) est un exemple classique de mutualisme obligatoire : aucun des deux associés ne peut survivre sans l'autre, l'Agaonide fournissant un service de pollinisation et

le Figuier un site de ponte. A coté du pollinisateur, d'autres Chalcidiens non pollinisateurs sont présents et spécifiquement liés à *F. sycomorus*.

Ces guêpes associées au Figuier sycomore sont des Insectes appartenant à l'ordre des Hyménoptères, sous-ordre des Apocrypta et section des Terebrantia. Ce sont des espèces de très petites tailles (1 à 2 mm en moyenne) et très nombreuses. Le Figuier sycomore est un arbre de grande taille atteignant 20 m de hauteur, pouvant vivre plusieurs siècles et régénérant très bien de souche. Ces figues ont joué un rôle important au Proche-Orient en période de disette pour plusieurs raisons (BELLAKHDAR, 2004). D'abord, parce que leur production est abondante, chaque arbre pouvant donner plusieurs dizaines de kilos de fruits ; ensuite parce que les petites figues persistent sur l'arbre plusieurs mois, ce qui permet d'en disposer une bonne partie de l'année, notamment pendant la saison sèche où les risques de pénuries sont les plus grands ; enfin, parce qu'elles se conservent facilement séchées ou réduites en farine. On se sert de son bois pour la construction de maisons ; on applique la figue sur les piqûres des insectes, il résout les opilations de la rate et apaise les douleurs abdominales…

Au Sénégal, *F. sycomorus* est l'espèce de *Ficus* la plus représentée et la plus utile. Par ses figues et ses feuilles, elle intervient dans l'alimentation humaine et animale.

Les Chalcidiens associés à *F. sycomorus* n'ont jamais fait l'objet d'une étude au Sénégal malgré leur importance. L'objectif de ce travail est de présenter la microbiocénose entomologique du Figuier sycomore au Sénégal, d'étudier l'influence des facteurs climatiques sur la présence du pollinisateur de *F. sycomorus* (*Ceratosolen arabicus*), mais aussi l'impact des non pollinisateurs sur ce dernier. Pour cela, nous avons mené des études comparatives dans trois des cinq domaines climatiques présents au Sénégal (SAGNA, 2000).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cadre géographique. – Le Sénégal se trouve à l'extrême ouest du continent africain au bord de l'océan Atlantique, entre 12°00 et 16°30 de latitude Nord et 11°30 et 17°30 de longitude Ouest. Le Sénégal est un pays sahélien ; l'altitude dépasse rarement 40 mètres à l'exception de quelques points accidentés (falaise de Thiès, collines de Kédougou, etc.). Il est traversé par 5 domaines climatiques (SAGNA, 2000) :

- le domaine de l'alizé maritime stable compris entre les isohyètes 300 et 600 mm. Il s'étend sur l'axe Mbour-Saint Louis englobant toutes les Niayes ;

- le domaine sahélien, correspondant à la zone sylvo-pastorale et à une partie du bassin arachidier ; la pluviométrie varie entre 300 et 700 mm ;

- le domaine nord-soudanien avec une pluviométrie variant entre 700 et 1000 mm ; ce domaine couvre une partie du bassin arachidier ainsi que toute la région de Tambacounda à l'exception du département de Kédougou ;

- le domaine sud-soudanien, couvrant la Casamance et le département de Kédougou ; la pluviométrie varie entre 1000 et 1400 mm ;

- le domaine soudanien atlantique, couvrant l'axe Thiés-Zinguinchor avec une pluviométrie comprise entre 600 et 1400 mm.

Sites de récolte. – Les Chalcidiens étudiés ont été collectés dans des figues provenant de 22 localités différentes. Ces localités se répartissent dans 3 des 5 domaines climatiques présents au Sénégal : nord-soudanien, soudanien atlantique et sud-soudanien. Les sites ont été visités entre le 22 mai et le 05 juin 2006. Les sorties sont journalières et se font de 8 h à 17 h. Les sites de collecte et leurs coordonnées géographiques sont donnés sur le tableau I.

Echantillonnage des figues. – La méthode d'échantillonnage des figues est la même quelle que soit la localité. Une fois le figuier repéré, les coordonnées géographiques de celle-ci

sont déterminées par GPS et ses caractéristiques thermohygrométriques sont prises. Le figuier est numéroté ; l'arbre et/ou une partie de l'arbre sont photographiés. Toutes les figues qui sont dans un bon état (aucune ouverture, sauf celle de l'ostiole) sont ramassées ; d'autres sont cueillies. L'ensemble est mis dans un même sachet avec une étiquette portant le nom de la localité et le numéro du figuier.

Tableau I. - Domaines climatiques, sites de collecte et coordonnées géographiques.

Domaines climatiques	Localités	Coordonnées géographiques
Soudanien Atlantique	Fimela	14°08N, 16°39W
	Samba Dia	14°07N, 16°43W
Nord-soudanien	Keur Matar	14°13N, 16°13W
	Darou Salam	14°02N, 15°13W
	Ida Mouride	13°59N, 14°48W
	Sinthiou Maléme	13°48N, 13°55W
	Dialakoto	13°18N, 13°17W
	Gouloumbou	13°27N, 13°42W
	Diénoun-Ndiala	13°11N, 13°06W
Sud-soudanien	Niokolo-Koba-Mako	12°53N, 12°23W
	Mako	12°50N, 12°21W
	Tenkoto	12°39N, 12°16W
	Ngari	12°35N, 12°14W
	Kédougou	12°33N, 12°11W
	Bandafassi-Ibel	12°31N, 12°18W
	Bundu-Kundi	12°31N, 12°23W
	Ibel	12°30N, 12°23W
	Thiéwa	13°15N, 13°54W
	Yoro Walo	13°09N, 14°05W
	Diaobé	12°54N, 14°00W
	Bagadadji	12°51N, 14°39W
	Kolda	12°52N, 14°55W

Collecte, tri et identification des Chalcidiens. – Pour collecter les Chalcidiens, la méthode généralement utilisée consiste à les prélever directement à l'aide d'aspirateurs à bouche dans les sycones *in situ*, ou à les laisser émerger après mise en élevage dans les sycones. Les sycones contenant des Chalcidiens non encore émergés des galles sont ouverts et mis dans des boîtes en plastique recouvertes de tulle et inspectées quotidiennement. L'émergence des Chalcidiens est en général obtenue en 2-3 jours, parfois plus (Rasplus, obs. pers.). Pour chaque arbre, on compte le nombre de figues récoltées et un numéro est donné à chaque figue. Les deux diamètres ($Ø_1$: diamètre entre l'ostiole et le pédoncule ; $Ø_2$: diamètre perpendiculaire à $Ø_1$) sont mesurés. La figue est ouverte suivant le diamètre 1 avec une lame de scalpel et les Chalcidiens sont repérés et récupérés avec des pinces souples. Ils sont mis dans un tube contenant de l'alcool à 70°. Cette procédure est répétée pour chaque figue.

Une étiquette portant un code correspondant au nom de la localité, au numéro de l'arbre et au numéro de la figue est introduit dans le tube (exemple : FA_1F_1 = Fimela, arbre1, figue1). Chaque tube contient donc les insectes collectés sur une même figue et les tubes collectés sur le même arbre se trouvent dans un même sachet avec le numéro de l'arbre.

A l'aide d'une loupe binoculaire, les insectes de chaque tube (correspondant au contenu d'une figue) sont ensuite triés et regroupés en fonction des ressemblances morphologiques dans des tubes contenant de l'alcool à 70°. Une étiquette portant le nom de la localité, le numéro de l'arbre, le numéro de la figue et enfin le numéro du tube (exemple : $FA_1F_1T_1$ = Fimela-arbre1-figue1-tube1) est introduit à l'intérieur de celui-ci.

Le tri sur des bases morphologiques étant terminé pour l'ensemble des figues de tous les arbres de toutes les localités, l'identification des Chalcidiens est alors effectuée. Pour cela, nous nous appuyons sur la clé de détermination des Chalcidiens africains de VAN NOORT (2001) en nous basant sur certains caractères discriminants comme les mandibules, les appendices mandibulaires, la longueur de l'ovipositeur, les segments antennaires, la couleur, la taille, la forme de la tête, etc.

Traitement des données. – La répartition, l'abondance et la diversité des espèces de Chalcidiens ont été évaluées en fonction des domaines climatiques, des localités et des figues. L'abondance d'une espèce de Chalcidien est le nombre total de cette espèce sur le nombre de figues analysées. Les valeurs des paramètres calculés sont ensuite testées par une Anova paramétrique (test de Anova Ancova). La prévalence de chaque espèce de Chalcidien est calculée. Elle se définit comme étant le rapport du nombre de figues infestées par cette espèce sur le nombre total de figues analysées. Par exemple, pour le pollinisateur de *F. sycomorus*, *Ceratosolen arabicus*, si X est le nombre de figues infestées par *C. arabicus* et Y le nombre total de figues analysées, la prévalence P de *C. arabicus* se calcule comme suit : P (%) = X/Y × 100.

RÉSULTATS

Espèces de Chalcidiens. – Huit espèces de Chalcidiens ont été identifiées : deux du genre *Ceratosolen* Mayr, 1885 : *C. arabicus* Mayr, 1906, et *C. galili* Wiebes, 1964 ; deux du genre *Platyneura* Motschulsky, 1863 : *P. gigas* et *P. sycomori* ; *Apocrypta longitarsus* (Mayr, 1906) ; *Sycophaga sycomori* (L., 1758) ; *Sycoscapter sp.* ; *Watshamiella sp.*

Comme toutes les guêpes de figues, *Ceratosolen arabicus* est de très petite taille. Sa tête est aplatie, son ovipositeur court n'atteint pas la moitié du corps et son scape est très développé. Dans les figues mûres, tous les individus de *C. arabicus* trouvés étaient en vie, les mâles regroupés dans un tunnel situé près de l'ostiole. Dans les figues immatures, nous avons trouvé peu d'individus, leur nombre étant inférieur à 15. Ceux-ci étaient dépourvus d'ailes et il leur manquait quelques segments aux antennes.

La biologie reproductive de *C. arabicus* au Sénégal peut être résumée ainsi : le développement de la jeune larve dans l'ovaire transformé en galle dure en général de trois à quatre semaines. Les mâles émergent les premiers, recherchent les galles contenant des femelles, percent un trou dans la paroi de la galle, introduisent leur abdomen et fécondent la femelle encore prisonnière. Les mâles peuvent féconder plusieurs femelles, puis meurent. Avant de mourir, ils peuvent couper les anthères des fleurs mâles ; le pollen contenu dans ces dernières sera ensuite introduit par les femelles dans leur *corbiculae* et elles creusent un tunnel de sortie près de l'ostiole. Le fait d'ouvrir ce tunnel provoque une déplétion d'acide carbonique, laquelle induit une augmentation de l'activité des autres femelles. Les femelles chargées de pollen s'échappent ensuite de la figue. Le sycone finit sa maturation, rougit, éclate et de nombreux vertébrés peuvent en disperser les graines (oiseaux, singes, chiroptères...).

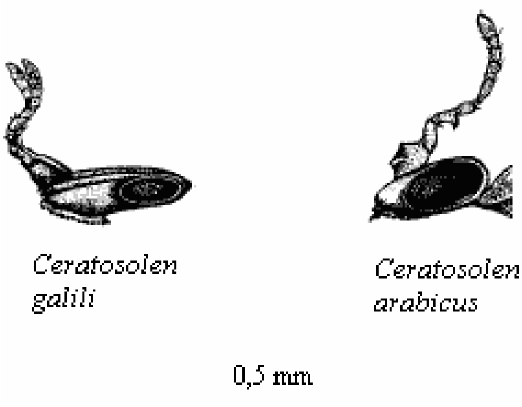


Fig. 1. – Têtes et antennes de *Ceratosolen arabicus* et de *C. galili.*

C. galili est de même taille que *C. arabicus*, cependant la couleur de son corps diffère : jaunâtre chez *C. arabicus* et noir chez *C. galili.* Une différence au niveau de la forme de la tête est notée (fig. 1). L'ovipositeur est presque de même longueur.

Platyneura gigas et *Sycophaga sycomori* sont deux espèces galligènes. Comme le pollinisateur, elles

étaient en vie dans les figues matures et en nombre important. Cependant, les mâles comme les femelles se trouvaient tous dans la cavité de la figue. De toutes les espèces collectées, *P. gigas* est la plus grande avec un court ovipositeur. *S. sycomori* est presque de même taille que le pollinisateur. Cependant son ovipositeur est plus important que celui du pollinisateur, sa tête est aplatie comme celle de celui-ci alors que son scape est moins développé. *S. sycomori* était le plus souvent présent dans les figues immatures avec des individus sans ailes auxquels manquaient quelques éléments des antennes.

Apocrypta longitarsus, *Platyneura sycomori*, *Sycoscapter sp.* et *Watshamiella sp.* représentent quatre espèces parasitoïdes. Leurs ovipositeurs sont très longs ; chez *A. longitarsus* et *P. sycomori*, il fait à peu près deux fois la longueur du corps. *A. longitarsus* est pratiquement de même taille que le pollinisateur mais présente un scape moins développé. Les autres espèces, à savoir *P. sycomori*, *Sycoscapter sp.* et *Watshamiella sp.* sont beaucoup plus petites que le pollinisateur. Dans les figues, la présence importante de *A. longitarsus* est liée le plus souvent à une faible présence du pollinisateur ($R^2 = 0,0003$). C'est une espèce que l'on retrouve dans les figues presque toujours avec *Sycophaga sycomori* ($R^2 = 0,3604$).

***Diversité intra-localité et abondance moyennes des espèces.* –** L'abondance de la communauté sycophile de *F. sycomorus* et significativement différente entre localités avec un indice de Simpson de 0,0003 et un indice de Berger-Parker de 0,0005. Entre figues, la diversité des espèces de guêpes est non significative : p = 0,5045 pour Simpson et 0,5048 pour Berger-Parker.

Quatre espèces ont des abondances moyennes supérieures à un Chalcidien par figue dans les trois domaines climatiques visités (fig. 2-4) : *Apocrypta longitarsus*, *Ceratosolen arabicus*, *Platyneura gigas* et *Sycophaga sycomori*, les autres étant faiblement représentées. Les études qui suivent sont faites sur les quatre espèces majoritaires dans les différents domaines.

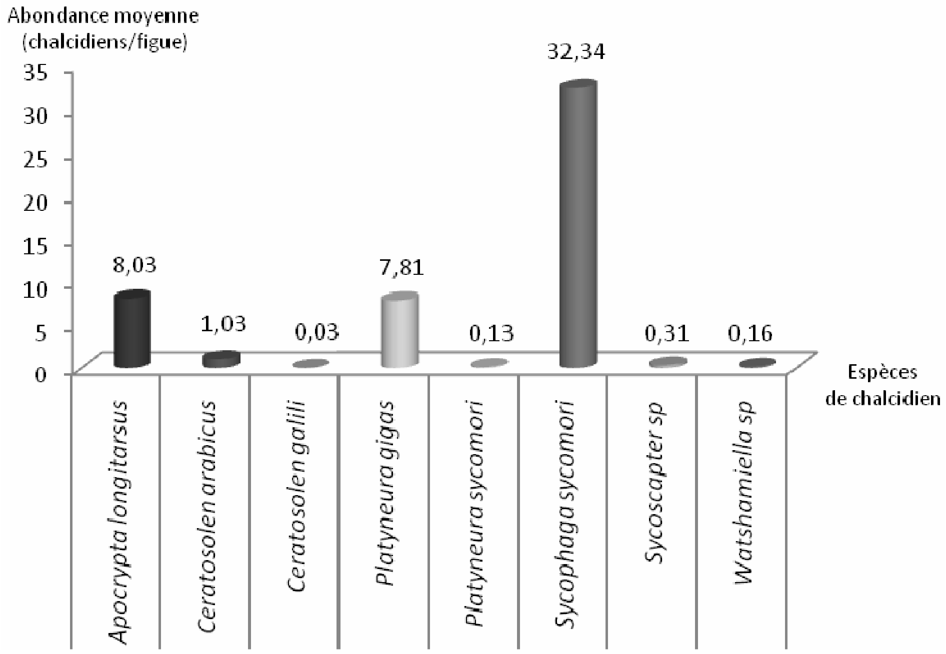


Fig. 2. – Abondance moyenne des Chalcidiens dans le domaine nord-soudanien.

Les figues récoltées dans les domaines nord-soudanien et soudanien atlantique contiennent plus d'individus d'*A. longitarsus* que celles obtenues dans le domaine sud-soudanien (p = 0,051), les figues les plus infestées par cette espèce étant celles du nord-soudanien (fig. 2-4). L'espèce pollinisatrice de *Ficus sycomorus* est présente dans les trois domaines (fig. 2-4). Les figues des domaines soudanien atlantique et sud-soudanien présentent presque le même degré

d'infestation, celui-ci étant, en valeur absolue, légèrement supérieur à celui du nord-soudanien. Sa répartition dans les trois domaines est statistiquement la même (p = 0, 7449). *Platyneura gigas* est représentée dans les trois domaines (fig. 2-4). *P. gigas* est statistiquement inégalement répartie dans les trois domaines (p = 0,0470). Sa présence est faible et presque identique dans le soudanien atlantique et dans le sud-soudanien, alors que dans le nord-soudanien ce galligène est bien représenté. *Sycophaga sycomori* est représentée dans les trois domaines (fig. 2-4). Cependant, cette espèce est significativement plus présente dans le nord et le sud soudanien. Elle est moins présente dans le soudanien atlantique (p = 0,0018).

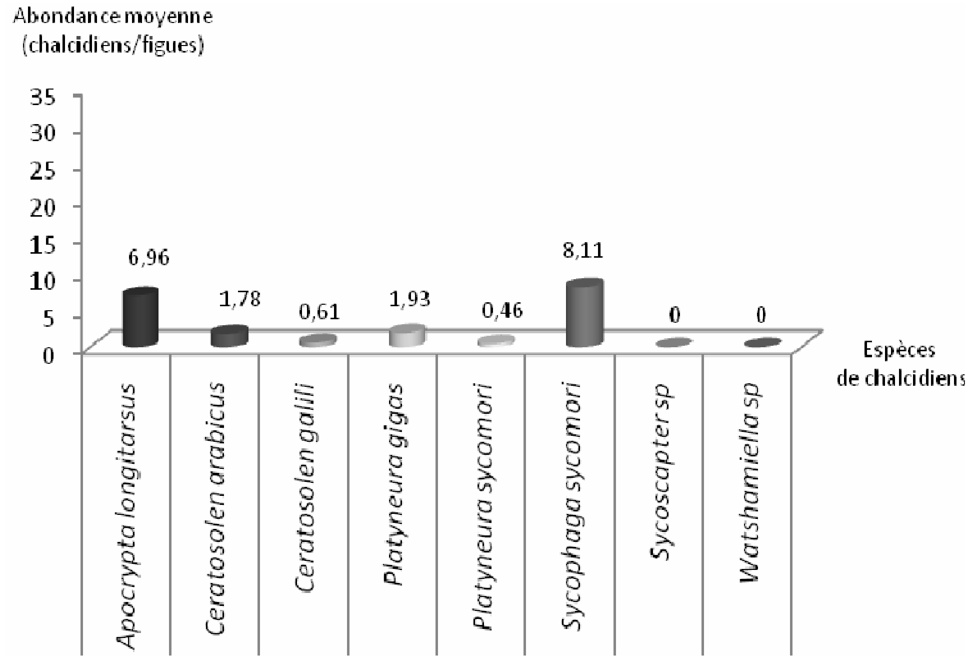


Fig. 3. – Abondance moyenne des Chalcidiens dans le domaine soudanien atlantique

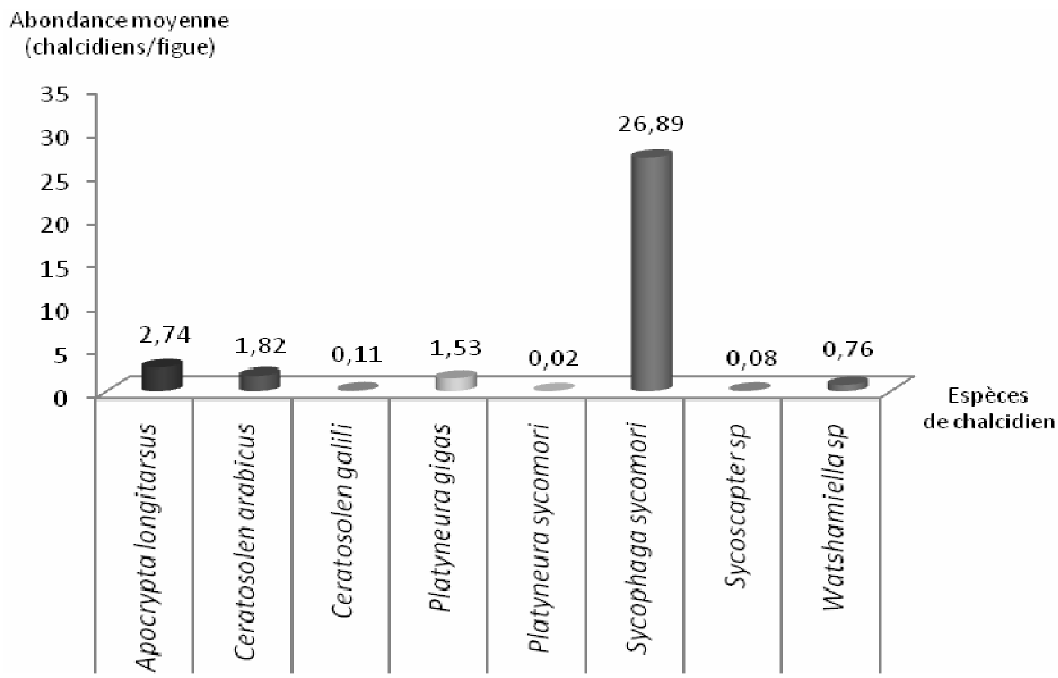


Fig. 4. – Abondance moyenne des Chalcidiens dans le domaine sud-soudanien.

***Prévalence des quatre espèces majoritaires chez* Ficus sycomorus.** – *Sycophaga sycomori* domine dans tous les domaines climatiques visités (fig. 5-7). Dans le nord-soudanien, elle est majoritaire (81%) avec *Apocrypta longitarsus*, alors que *Ceratosolen arabicus* (13%) et *Platyneura gigas* (28%) sont dominées. Dans le soudanien atlantique *S. sycomori* a une prévalence de 80% suivi de *A. longitarsus* (46%). La présence la plus importante du pollinisateur

est observée dans ce domaine, alors que *P. gigas* est faiblement représentée. *S. sycomori* (80%) et *A. longitarsus* (42%) sont les plus représentées dans le domaine sud-soudanien alors que *C. arabicus* et *P. gigas* sont dominées.

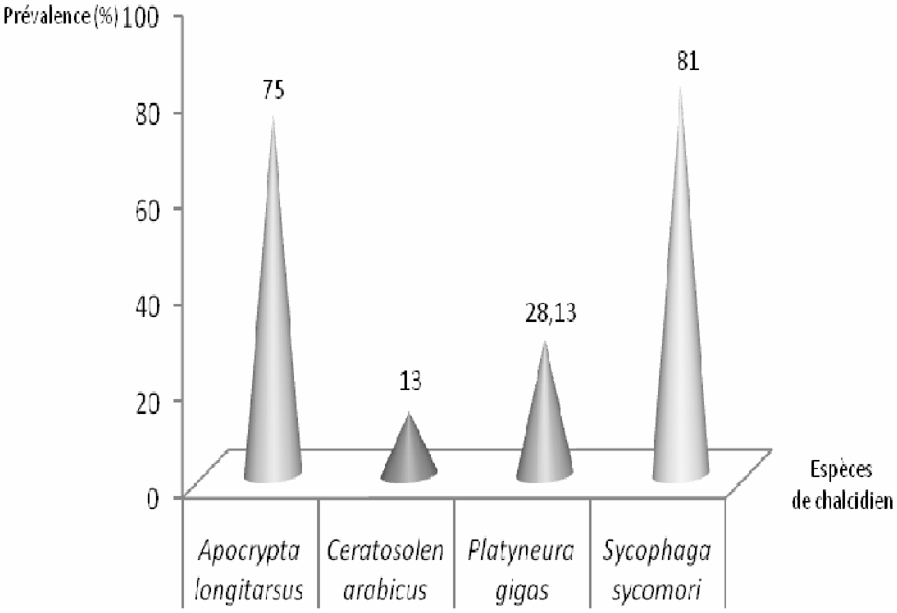


Fig. 5. – Prévalence des quatre espèces majoritaires dans le domaine nord-soudanien.

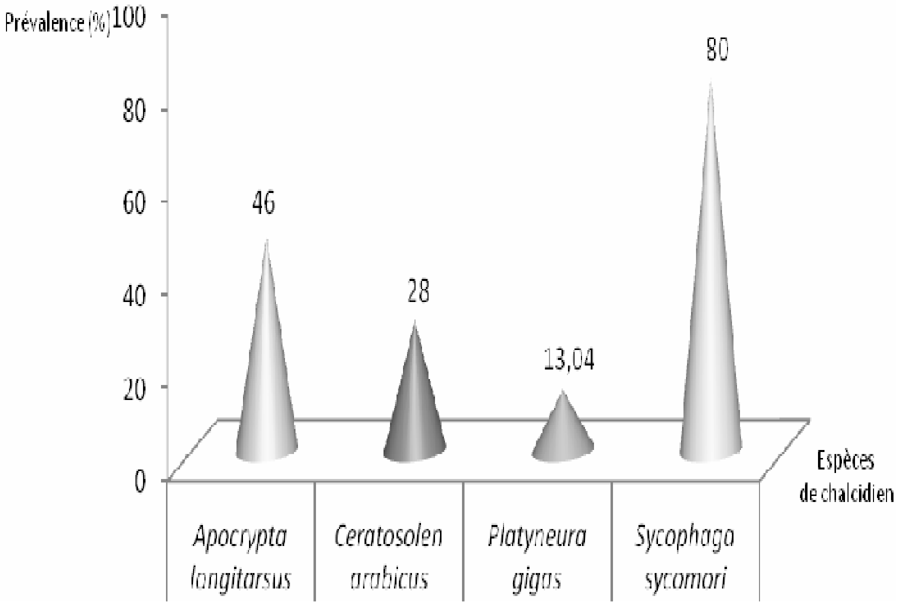


Fig. 6. – Prévalence des quatre espèces majoritaires dans le soudanien atlantique.

DISCUSSION

Nous avons identifié huit espèces, dont deux font partie d'un genre caractéristique de Chalcidien pollinisateur des *Ficus* du sous-genre *Sycomorus*. Il s'agit de *Ceratosolen arabicus* et *C. galili*. Interviennent-elles toutes dans la pollinisation de *Ficus sycomorus* ? La règle "un figuier, un pollinisateur" n'est pas générale, il peut arriver qu'une même espèce de *Ficus* soit pollinisée par deux espèces d'un même genre comme deux espèces de Figuiers peuvent être pollinisées par une même espèce de Chalcidien (KERDELHUÉ, 1997). *C. arabicus* a cependant une représentation presque égale dans tous les domaines climatiques étudiés, alors que *C. galili* n'est bien représentée que dans le domaine soudanien atlantique où l'infestation des figues est faible ; dans les deux autres domaines, sa présence est presque nulle. *C. galili* ne semble donc pas indispensable pour *Ficus sycomorus* contrairement à son congénère

C. arabicus. *C. galili* serait soit galligène, soit parasitoïde, soit inquiline conformément aux études de COMPTON *et al.* (1991) qui ont démontré que *C. galili*, bien que présentant des poches à pollen, était incapable de polliniser et se comportait en parasite du mutualisme *Ficus sycomorus*-*Ceratosolen arabicus*.

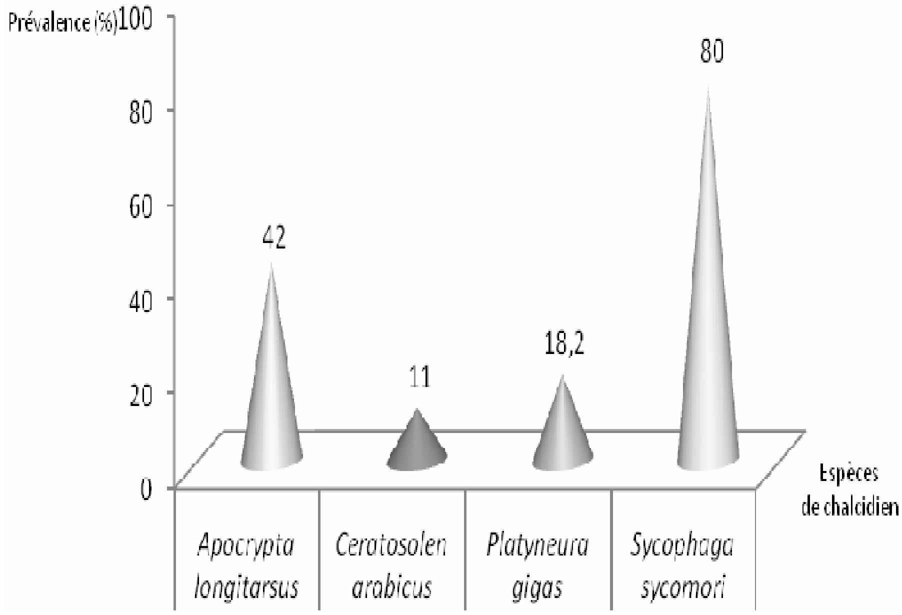


Fig. 7. – Prévalence des quatre espèces majoritaires dans le sud soudanien.

La présence de *C. arabicus*, presque identique dans les trois domaines climatiques, montre que les fluctuations climatiques influent peu sur sa répartition. Ceci n'est pas en accord avec l'observation de GALIL *et al.* (1976), selon qui *C. arabicus* n'aurait pas survécu lors du transfert de son végétal hôte en Egypte en raison des nouvelles conditions climatiques qu'elle trouva. Il est donc probable que, quoi qu'il arrive en terme de fragmentation des populations et des changement d'aire de distribution, la pollinisation de *Ficus sycomorus* sera assurée au Sénégal, le pollinisateur mutualiste de *F. sycomorus* se déplaçant régulièrement sur de longues distances. HOSSAERT *et al.* (2006) ont fait une observation similaire avec le pollinisateur de *Ficus racemosa*. Selon eux, les pollinisateurs des *Ficus* monoïques se disperseraient sur de longues distances.

En dehors du pollinisateur, nos études ont permis d'observer chez *F. sycomorus* d'autres Chalcidiens qui peuvent être soit galligènes, soit parasitoïdes, soit inquilines.

Apocrypta longitarsus et *Sycophaga sycomori* sont les deux espèces qui sont presque présentes dans toutes les localités visitées ; un impact de *A. longitarsus* sur *C. arabicus* est d'ailleurs noté. Dans toutes les figues où *A. longitarsus* est très bien représentée, nous avons noté une quasi-absence de *C. arabicus*. Ceci traduit sans doute un impact négatif d'*A. longitarsus* sur *C. arabicus* à travers soit une relation hôte-parasite (chaque larve d'*Apocrypta* tuant alors une larve de pollinisateur), soit une relation de compétition pour les sites de ponte si les *Apocrypta* sont galligènes, soit enfin une utilisation des ressources des galles contenant les larves de *Ceratosolen* par les larves d'*Apocrypta* si elles sont inquilines. Selon BELLAKHDAR (2004), *A. longitarsus* se comporte en parasite vis-à-vis de *S. sycomori*. Ce dernier est capable de déposer ses œufs à la fois dans les fleurs pédonculées et dans celles qui ne le sont pas, c'est-à-dire les fleurs allouées à la formation de graines. *A. longitarsus* pond après *C. arabicus* et *S. sycomori*, et sa ponte se fait depuis l'extérieur de la figue. Il peut donc atteindre les fleurs à styles long contenant des œufs de *Sycophaga* et y dépose ses propres œufs au dépend du premier occupant. Cependant, son ovipositeur est d'une longueur qui lui permettrait d'atteindre les fleurs à styles courts contenant les larves de *Ceratosolen* et y déposer ses œufs ou pondre à côté des fleurs contenant les œufs de *Ceratosolen*. Dans le premier cas,

les larves d'*Apocrypta* se développent en consommant les tissus des larves de *Ceratosolen* (effet parasitoïde) alors que dans le deuxième cas les larves d'*Apocrypta* consomment le contenu des galles contenant les larves de *Ceratosolen* qui meurent de faim (effet inquiline). La présence mutuelle d'*A. longitarsus* et de *S. sycomori* dans tous les domaines climatiques fait plus penser à un parasitisme d'*Apocrypta* sur *Ceratosolen*. Une éventuelle compétition de sites de ponte est à écarter car *A. longitarsus* pond après *C. arabicus*. KERDELHUÉ (1997) affirme que les *Apocrypta* sont d'autant plus attirées que la figue contient plus de *Ceratosolen*, ce qui est logique parce qu'il y trouve son compte. *Apocrypta longitarsus* a un effet négatif sur le mutualisme *Ficus sycomorus*-*Ceratosolen arabicus*. Cet effet négatif se répercuterait sur la fonction mâle de la figue à travers la diminution du nombre de Chalcidiens pollinisateurs, mais aussi sur la fonction femelle de la figue à travers une diminution de la production de graines.

La domination de *S. sycomori* dans les figues de *Ficus sycomorus* pourrait traduire un impact négatif que cette espèce exercerait sur les autres, donc sur le pollinisateur. Ceci confirme les travaux de KERDELHUE (1997) qui a déjà mis en évidence un impact négatif des *Sycophaga* sur les autres Chalcidiens associés à *Ficus sur*. Selon BELLAKHDAR (2004), *S. sycomori* a un cycle de vie similaire à celui de *Ceratosolen arabicus*. Elle dépose ses œufs à la fois dans les fleurs pédonculées comme *C. arabicus* et dans celle qui ne le sont pas car son ovipositeur est suffisamment long pour réussir cette opération. Toutes les deux sont des galligènes ; *S. sycomori*, si elle pond dans les mêmes couches d'ovules que *C. arabicus*, peut diminuer sa capacité de ponte et de reproduction. Or tout impact négatif sur le nombre de pollinisateurs à l'émergence se traduit également par un impact négatif sur la fonction mâle du figuier via une diminution de la quantité de pollen dispersée. KERDELHUE (1997) montre que certaines galligènes pondant de l'extérieur de la figue peuvent déposer préférentiellement leurs œufs dans les couches d'ovules les plus externes c'est-à-dire dans les fleurs normalement allouées à la fonction femelle du *Ficus* (production de graines), l'altérant d'autant. Dans certaines figues ouvertes chez *Ficus sycomorus*, nous n'avons récolté que des individus de *Sycophaga sycomori* et de *Ceratosolen arabicus* et en nombre dépassant rarement 10. Ces individus sont tous dépourvus d'ailes et il leur manque quelques segments de leurs antennes. Ces insectes ne sont pas nés dans la figue, sans doute sont-ils venus y pondre et en forçant le passage à travers l'ostiole jusque dans la cavité du sycone, ils ont perdu leurs ailes et une partie de leurs antennes. Ces Chalcidiens femelles sont trouvées toutes mortes, certaines en état de décomposition alors que d'autres sont intactes avec un abdomen très développé, sans doute dû à la présence des œufs. Les Chalcidiens en état de décomposition sont ceux ayant pu pondre ; en revanche, les autres sont morts par manque d'espace ou à cause de la fatigue, avant de pondre leurs œufs. Ces résultats nous permettent d'affirmer que parmi les femelles entrant dans une figue, seules quelques-unes parviennent à pondre. Il est aussi intéressant de souligner chez *F. sycomorus* que dans toutes les figues où *C. arabicus* est présente, ses mâles sont récupérés en abondance dans un tunnel près de l'ostiole ; ils travaillaient pour la sortie des femelles chargées de pollens et qui vont s'envoler à la recherche de figues réceptives comme l'ont observé GALIL & EISIKOWITCH (1968).

CONCLUSION

De cette étude, nous pouvons dire que les facteurs du climat influent peu sur la pollinisation de *Ficus sycomorus* au Sénégal. L'espèce pollinisatrice (*Ceratosolen arabicus*) a une présence presque identique dans les trois domaines climatiques visités, ce qui est rassurant pour la pollinisation de cette espèce de *Ficus* qui est d'une importance capitale. Cependant, il convient de soulever des inquiétudes concernant l'impact négatif qu'exerce *Sycophaga sycomori* mais surtout *Apocrypta longitarsus* sur le pollinisateur. Ceci pourrait avoir comme

conséquence l'extinction des guêpes pollinisatrices dans quelques cas extrêmes, entraînant la transformation de ce merveilleux mutualisme obligatoire Agaonines-*Ficus* en systèmes de parasite/hôte. Un tel effet pourrait mener à l'extinction locale de *F. sycomorus* dont les figues sont tant prisées par les hommes et les animaux.

AUTEURS CITÉS

BELLAKHDAR J., 2004. – Le figuier sycomore (*Ficus sycomorus* L.) au Proche Orient : élément d'histoire, d'ethnobotanique et d'étymologie. *Synthèse*, 43 p.

BRONSTEIN J. L., 2001. – The exploitation of mutualisms. *Ecology Letters,* **4** : 277-287.

COMPTON S. G., HOLTON K. C., RASHBROOK V. K., VAN NOORT S., VINCENT S. L. & WARE A. B., 1991. – Studies on *Ceratosolen galili,* a non-pollinating Agaonid fig wasp. *Biotropica,* **23** : 188-194.

GALIL J. & EISIKOWITCH D., 1968. – On the pollination ecology of *Ficus sycomorus* in East Africa. *Ecology,* **49** (2) : 259-269.

GALIL J., STEIN M. G. & HOROWITZ A., 1976. – On the origin of the Sycomore Fig (*Ficus sycomorus* L.) in the middle East. *Gardens Bulletin, Singapore,* **23** : 171-205.

HOSSAERT-MACKEY M., KJELLBERG F., MACKEY D., CHEVALLIER M. H., BAIN A., ESTOUP A., RASPLUS J. Y. & BORGE R., 2006. – Mutualisme et impacts des changements globaux : réponse d'une composante importante et négligée de la biodiversité. *Colloque de restitution, IFB-GIC*, 227 p.

JOHNSON S. D. & STEINER K. E., 1997. – Long-tonged fly pollination and evolution of floral spur length in the *Disa draconis* complex (Orchidaceae). *Evolution,* **5** (1) : 45-53.

KERDELHUÉ C., 1997. – Les communautés de Chalcidiens sycophiles associées aux figuiers du sous-genre *Sycomorus* : Ecologie et Evolution. *Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon*, 205 p.

SAGNA P., 2000. – Le climat. *In* : Atlas du Sénégal, p. 16-19, 6 cartes. Paris, éd. Jeune Afrique, 1980, 5e éd., 84 p.

SCHATZ B. & HOSSAERT-MCKEY M., 2003. – Interactions of the ant *Crematogaster scutellaris* (Formicidae, Myrmicinae) with the fig/fig wasp mutualism. *Ecological Entomology,* **28** : 359-368.

VAN NOORT S., 2001. – Fig wasps of Africa. An illustrated identification key to genera. *Draft manuscript*, 24 p.